Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), Phase V

Livrable 69

Zones de minéralisation potentielles pouvant correspondre à des dépôts d'Or orogénique, épithermal, ou de type Carlin, sur le territoire la République Islamique de Mauritanie

Par Richard J. Goldfarb, Erin E. Marsh, Eric D. Anderson, John Horton, Carol Finn, et Georges Beaudoin

Préparé pour le compte du gouvernement mauritanien par l'U.S. Geological Survey

2012

Ce rapport est un rapport administrative, dont la conformité avec les normes éditoriales de l'U.S. Geological Survey ou le code stratigraphique nord-américain n'a pas été examiné. Tout nom commercial, d'entreprise ou de produit est utilisé à des fins descriptives et n'implique pas l'approbation du gouvernement des Etats-Unis.

U.S. Department of the Interior
U.S. Geological Survey

Dépôts d'Or orogénique, épithermal, et de type Carlin

1 – Synthèse

Les ressources en Or de la Mauritanie se composent actuellement de deux gisements importants, auxquels s'ajoute une série de potentiels mal étudiés. La ceinture de dépôts de Tasiast, dont l'exploitation a débuté en 2007, est située au niveau de l'angle Sud-Ouest du Bouclier de Rgueïbat, et constitue un système de minerai d'Or orogénique Paléoprotérozoïque (?) de niveau mondial. Le gisement exploité de Guelb Moghrein est quant à lui situé le long d'une zone de cisaillement, au sein de roches de l'Archéen moyen, au point d'inflexion des Mauritanides du Nord, et il est très communément cité comme étant un dépôt de type oxyde de Fer Cuivre-Or (IOCG), bien qu'il possède également d'importantes caractéristiques propres à l'Or orogénique et aux dépôts de skarn. Les deux dépôts majeurs sont entourés par de nombreux potentiels présentant des styles de minéralisation similaires. Le dépôt de Guelb Moghrein, et d'une manière générale les dépôts de type IOCG, sont examinés plus en détail dans un autre rapport du Projet, rédigé par Fernette (2012). De plus, de nombreux petits potentiels d'Or, correspondant probablement à des présences d'Or orogénique, et dont on estime qu'ils sont d'âge Paléozoïque précoce, s'étendent le long des Mauritanides du Sud. Les données existantes indiquent que les dépôts d'Or et les potentiels de Mauritanie, présentent des assemblages de sulfures très fréquemment dominés par la pyrrhotite et la calcopyrite, et présentent également des fluides liés à des minéralisations, apparemment caractérisés par de fortes salinités.

Une évaluation préliminaire de ces données sur l'Or peut être utilisée pour mettre en place de vastes zones, de premier niveau, délimitant des zones favorables aux ressources en Or. Des cartes du métamorphisme et des cartes structurales détaillées seront nécessaires à l'avenir pour permettre une délimitation plus précise. De telles identifications de premier niveau permettent néanmoins de définir de manière grossière quatre zones potentielles pour l'Or orogénique. Trois de celles-ci sont favorables à la découverte de nouveaux dépôts d'Or orogéniques. Une autre zone, bien que non-favorable, est néanmoins favorable à la découverte de dépôts d'Or épithermaux. La zone 1 est caractérisée par des ceintures de greenstones présentant un degré moyen de métamorphisme, favorable, au sein de vastes zones, qui sont en revanche, elles, défavorables, puisque présentant un degré élevé de métamorphisme, correspondant au socle de granite-gneiss Mésoarchéen et Paléoprotérozoïque du Bouclier de Rgueïbat. Les failles > 200 km de longueur, suivant la direction générale des ceintures, les intersections de linéaments associées à la fois aux parties visibles et enfouies à moins de 500 m de la surface, comme définies par les données aéromagnétiques (se référer par exemple à Finn, 2012), ainsi que les zones de Formation de Fer Rubané (FFR) au sein des ceintures, sont des zones particulièrement favorables pour héberger des ressources d'Or au sein de dépôts d'Or orogénique, eux-mêmes situés à l'intérieur et le long des marges des ceintures de greenstone. Les zones 2 et 3, concernant également de l'Or orogénique, reflètent les roches métamorphiques favorables du Protérozoïque-Cambrien du Nord et du Sud des Mauritanides. Elles sont caractérisées par des failles > 200 km de long, suivant la direction générale du massif, ainsi que par des zones sous-tendues par des roches particulièrement favorables, ultramafiques ou de FFR. Les affleurements de roches magmatiques Trias-Jurassique le long des marges du Bassin de Taoudéni forment la zone 4, qui est pour sa part favorable à des dépôts d'Or épithermaux. Bien que de nombreuses données manquent pour caractériser la région, les unités carbonatées présentes le long du côté Nord du Bassin de Taoudéni pourraient être considérées comme roches hôtes favorables à une minéralisation de type Carlin. Toutefois, les lithologies carbonatées de mer profonde ne sont normalement pas favorables à ce type de dépôts.

2 – Table des matières

1 – Synthèse 3
2 – Table des matières 4
3 – Figures 4
4 – Tableaux 4
5 – Introduction 5
6 – Dépôts et présences minérales à Or dominant en Mauritanie 6
6.1 – Bouclier de Rgueïbat 6
6.2 – Mauritanides du Nord (région d'Inchiri) 11
6.3 – Mauritanides du Sud 13
6.4 – Bassin de Taoudéni 16
7 – Zones potentielles de minéralisation pouvant correspondre à des ressources en Or 16
7.1 – Zone d'Or 1—Bouclier de Rgueïbat 16
7.2 – Zone d'Or 2—Mauritanides du Nord 17
7.3 – Zone d'Or 3—Mauritanides du Sud 17
7.4 – Zone d'Or 2—Bassin de Taoudéni 19
8 – Conclusions 20
9 – Références 21

3 – Figures

Figure 1. Principales unités lithotectoniques de la région de Tasiast-Tijirit, au sein du Bouclier de Rgueïbat (d'après Pitfield et al., 2004). 9
Figure 2. Géologie généralisée à partir de puits des dépôts de la Ceinture de Tasiast, présentant les dépôts de Piment, au Nord, et de la Branche Ouest, au Sud (d'après Davis, 2011) 11
Figure 3. Géologie généralisée de la région d'Akjoujt (d'après Eden et Meyer, 2002) 12
Figure 4. Géologie généralisée, et localisation des présences de Cu-Au dans le Sud des Mauritanides (d'après Eden et Meyer, 2002) 15

4 – Tableaux

Table 1. Numéro d'identification, le nom, et l'emplacement des occurrences d'or dans la Republique Islamique de Mauritanie. 7
Table 2. Géologie permissive pour les voies 1. 18

5 – Introduction

Les dépôts d'Or orogéniques (Goldfarb et al., 2005) sont très répandus au sein des terrains métamorphiques plissés d'âge Archéen moyen à Tertiaire. Ce groupe cohérent de dépôts d'Or est défini par des caractéristiques comprenant des volumes à faibles teneurs en sulfures, des assemblages d'altération carbonates-sulfures±séricite±chlorite, une salinité faible à modérée, des fluides minéraux riches en CO_2, des valeurs de $\delta^{18}O$ des fluides minéraux entre 5 et 10 pour mille, une association spatiale avec des zones de fracture d'échelle régionale, avec des contraintes allant de transferts de pressions jusqu'à des compressions, ainsi que des associations spatiales et temporelles avec du magmatisme. En plus de l'Or, ces dépôts sont fréquemment enrichis en Ag, As, Bi, Hg, Sb, Te, et/ou W. Les roches hôtes des dépôts d'Or orogénique sont variables. C'est ainsi que les roches métavolcaniques sont courantes au sein des terrains Archéens. Les Formations de Fer Rubané (FFR) et les métasédiments se rencontrent fréquemment au sein des terrains Protérozoïques. De même que les turbidites et les schistes ardoisiers sont courants au sein des terrains Phanérozoïques. Les styles de minéralisation incluent des veines de quartz, des veinules, des brèches, ainsi que du minerai disséminé. Les dépôts se sont formés dans un spectre particulièrement large en termes de gradient P-T, à savoir entre 1 et 5 kb, et entre 200 et 650^{o}C respectivement. Cette variété a conduit à leur différenciation en sous-groupes, repérés comme épizonal, mésozonal, ou hypozonal. Par ailleurs, ils sont rarement présents au sein de roches métamorphiques de degrés très faibles ou très élevés. Ces dépôts d'Or correspondent très bien à une interprétation les identifiant comme étant le produit de circulations régionales de fluides inhérentes à l'orogénie. Les fluides sont quant à eux fréquemment interprétés comme étant d'origine métamorphique.

Les dépôts d'Or épithermaux (Simmons et al., 2005) sont principalement hébergés par des roches volcaniques calcalcalines à alcalines, d'un âge relativement semblable, au sein d'environnements Mésozoïques à plus récents. Ils se forment au sein de veines, à des profondeurs < 1,5 km et à des températures < 300^{o}C, à partir de fluides aqueux à faible salinité. Ce type de dépôt est fréquemment subdivisé en groupes, à sulfuration faible ou élevée, sur la base de l'association avec un assemblage, soit de quartz -calcite-adulaire, soit de quartz-alunite-pyrophyllite-kaolinite. Les dépôts à faible sulfuration, dominés par de l'eau météorique, présentent des textures caractéristiques d'incrustations ou de colloïdes. Les dépôts à sulfuration élevée, classiquement en étroite association avec les intrusions les ayant engendrés, peuvent avoir des textures quartzeuses vacuolaires, et sont associés avec des quantités variables de minéraux de sulfure de Cuivre.

Les dépôts d'Or de type Carlin (Cline et al., 2005), particulièrement bien décrits dans l'État du Nevada, aux États-Unis, sont bien moins compris, et présentent des caractéristiques se situant entre celles des dépôts orogéniques et celles des dépôts épithermaux. Ils se forment aux mêmes gradients, ou à des gradients légèrement plus élevés en termes de P-T que les minerais d'Or épithermaux, mais ils possèdent en revanche des fluides minéraux quelque peu enrichis en CO_2. L'origine des fluides formant le minerai est encore incertaine. Au Nevada, l'âge de ces dépôts est Tertiaire, mais d'autres exemples d'analyses à travers le monde semblent indiquer un âge pouvant remonter au Paléozoïque. Les minerais d'Or sont situés au sein de séquences carbonatées/clastiques de miogéoclinal, avec de l'Or intervenant soit sous forme d'inclusions submicroniques, soit en solution solide au sein de pyrite arsénieuse, constituant une forme résiduelle du processus de dissolution de ferrocarbonates.

6 – Dépôts et présences minérales à Or dominant en Mauritanie

6.1 – Bouclier de Rgueïbat

La partie Nord de la Mauritanie est principalement caractérisée par les roches sous-jacentes Mésoarchéennes et Paléoprotérozoïques du Bouclier de Rgueïbat, constituant la partie la plus au Nord du Craton Ouest Africain, riche en Or (se référer par exemple à Schofield et Gillespie, 2007 ; Key et al., 2008). Dans le monde, les roches du socle Mésoarchéen ne sont généralement pas des roches hôtes favorables aux dépôts d'Or filonien. Cela s'explique par le fait qu'il s'agit généralement de gneiss présentant un degré très élevé de métamorphisme et des lithologies associées, et cela bien qu'il existe d'importantes exceptions, telles que Barberton, en Afrique du Sud. Or une grande partie du Mésoarchéen du Bouclier de Rgueïbat semble être cartographié comme des gneiss de ce type, à très haut degré de métamorphisme. Par opposition, les roches Paléoprotérozoïques du Craton Ouest Africain, y compris celles de l'Éburnéen ou du Bouclier de Léo, au Sud du Bassin de Taoudéni, définissent de vastes zones de régions présentant un faciès de schistes verts, qui constituent elles des roches hôtes très favorables pour l'Or. Toutefois, la moitié Est Paléoprotérozoïque du Bouclier de Rgueïbat, à proximité du contact avec les roches Archéennes, et semblables aux roches Archéennes, est principalement sous-tendue à l'Ouest par des roches métamorphiques de très haut degré de métamorphisme. En outre, celles-ci représentent également des niveaux de la croûte provenant de profondeurs trop grandes pour être favorables à l'Or. En d'autres termes, l'essentiel du Craton Ouest Africain présent en territoire mauritanien a probablement perdu, lors de la mise à nu de pré-cratonisation, tout Or pouvant y avoir été présent à l'origine. Néanmoins, le degré de métamorphisme des roches Paléoprotérozoïques présentes en Mauritanie semble décroître à l'Est vers un faciès de schistes verts, qui est lui plus favorable, et visible dans le Bouclier de Rgueïbat. Il définit donc une zone clairement favorable aux dépôts d'Or orogéniques au sein des roches Éburnéennes de Mauritanie.

Un petit nombre de petits potentiels d'Or, actuellement explorés par Drake Resources Limited (se référer par exemple à Conchita-Florence, Nsour, El Mheissat, Oued El Mar, ou Bia-652, *http://www.drakeresources.com.au/mauritania*, Tableau 1), sont identifiés en Mauritanie au Nord de 21^{o} de latitude, dans une région incluant la plupart des affleurements de roches Éburnéennes du Bouclier d'âge proche de 2,1 Ga. Il existe peu d'information sur ces présences, bien que Drake fasse état de prélèvements d'échantillons à haute teneur en Or au niveau de Conchita, se trouvant adjacents à un système de zones de cisaillement de 140 km de long, présentant une anomalie pour l'Or dénommé « zone de cisaillement de Hendrix ». Cette zone représente également une ceinture distincte de roches volcanoclastiques, maintenant définie dans la partie Est du Bouclier (se référer par exemple à Bradley et al., 2012a). Les anomalies sont associées à des veines de quartz affleurantes et porteuses d'Or (type de dépôts mésothermal des rapports du Projet PRISM I ; Marot et al., 2003 ; Gunn et al., 2004), avec quelques minéraux sulfurés de métaux de base. Une partie de la minéralisation peut intervenir sous la forme de disséminations au niveau du mur rocheux ou au sein de zones de chapeaux de Fer. Les anomalies géochimiques comprennent Ag, Au, Mo, Sb, Te, et W, l'ensemble de celles-ci pouvant jouer un important rôle de traceur lors de l'exploration. Les roches hôtes sont Paléoprotérozoïques, probablement des métapélites de faciès schistes verts, bien que définies comme gneiss ou « migmatite », pour utiliser la terminologie du site Internet de l'Office Mauritanien de Recherche Géologique. Quelques datations $^{40}Ar/^{39}Ar$ sur la séricite hydrothermale, à partir de potentiels provenant du Sud-Est, confirment cette tendance (Bradley et al., 2012b), suggérant une ceinture de présences d'Or orogénique Paléoprotérozoïque.

Table 1. Numéro d'identification, le nom, et l'emplacement des occurrences d'or dans la Republique Islamique de Mauritanie.

Table 1. Identification number, name and location of Au occurrences in the Islamic Republic of Mauritania.

Occurrence identification	Name	X_WGS84_PRISMII	Y_WGS84_PRISMII
001IND0012	Bia-652	-8.533055305	26.333055496
038IND0029	Jemelein	-15.057499886	20.357221603
038IND0030	Eucalyptus	-15.172499657	20.344444275
038IND0031	Acacia	-15.225000381	20.304445267
038IND0032	Jarrah	-15.237500191	20.230556488
038IND0033	N'Derek	-15.421388626	20.311388016
039IND0005	South Ahmeyim	-14.399167061	20.801944733
050IND0021	El Joul (Ouest)	-14.350000381	19.709722519
050IND0022	El Joul Est	-14.284444809	19.708610535
050IND0027	Camel Tick	-14.436940000	19.732130000
050IND0028	Redwood	-14.584360000	19.924580000
050IND0029	Guelb El Hadej	-14.150010000	19.901710000
086IND0021	Indice 78	-12.725000381	16.732221603
086IND0022	Oua Oua 3	-12.672778130	16.349721909
086IND0026	Fra Agharghar Nord	-12.750000000	16.680000305
086IND0027	Fra Agharghar Sud	-12.739999771	16.629999161
086IND0029	Boularath 3	-12.520000458	16.750000000
086IND0035	Oua-Oua 1	-12.659999847	16.059999466
091IND0008	Nema HC-6019	-7.282777786	16.631944656
091IND0009	Nema HC-5075	-7.282777786	16.091667175
091IND0010	Nema H-1028	-7.203055382	16.098054886
EH7408		-8.420710000	25.959960000
HM7384	Conchita Florence	-8.628980000	26.128950000
086IND0005	Bou Zraibe 1	-12.760780000	16.857870000
086IND0006	Bou Zraibe 2	-12.750000000	16.816667557
086IND0028	Naaj	-12.699999809	16.680000305
001IND0022	Conchita Florence	-8.652777672	26.181388855
038IND0017	Aoueouat	-15.512499809	20.572221756
038IND0018	C5-1	-15.766666412	20.649999619
038IND0019	C6-7 Fennec	-15.512499809	20.644443512
038IND0020	C6-8 W	-15.502778053	20.613889694
038IND0021	C6-8 E	-15.487500191	20.619443893
038IND0022	C6-12	-15.470833778	20.552778244
038IND0023	C6-95	-15.495490000	20.467630000
038IND0024	C6-15	-15.491666794	20.408332825
038IND0025	C6-14	-15.491666794	20.427778244
038IND0027	Lebzenia West	-15.883889198	20.779443741
038IND0028	Rusty	-15.864444733	20.725555420
038IND0034	C23	-15.471111298	20.925832748
039IND0003	Tijraj	-14.379166603	20.857778549
039IND0004	North Ahmeyim	-14.393055916	20.912776947
2015_Fosse_Sud_Tasiast	Fosse Sud, mine Tasiast	-15.50524849	20.56876651
2015_Tasiast_South_Project	Tasiast South Project	-15.575183511	20.437487110
2015_Tijirit	Tijirit	-15.225122535	20.307329424
2608_Hendrix	Hendrix (Conchita-Florence)	-8.640721572	26.183001323
2608_Nsour	Nsour (Conchita-Florence)	-8.650000000	26.200000000
2510_El_Mheissat	El Mheissat	-10.238889000	25.009722000
2408_Oued_El_Mar	Oued El Mar	-8.547900000	24.372200000
050IND0020	Anomalie A1	-14.183333397	19.616666794

Une évaluation plus approfondie des ressources en Or de cette région, au Nord d'une latitude de 21^{o}, nécessitera des cartes géochimiques détaillées, des cartes métamorphiques régionales, et l'évaluation des structures régionales existantes. Si des zones favorables existent pouvant correspondre à d'importantes ressources en Or dans la partie Est du Bouclier de Rgueïbat, alors, de telles zones sont probablement grossièrement définies comme celles étant sous-tendues par des roches de faciès schistes verts, à degré de métamorphisme intermédiaire. Il est probable également qu'elles comprendront les ceintures de roches métasédimentaires nouvellement identifiées, semblables à celles hébergeant les présences de Conchita-Florence. Ces zones favorables incluraient les roches des unités supracrustales du Birimien inférieur (Formations d'Aguelt Nebkha, de Tsalabia el Khadra, et d'Adam Talha) et du Birimien supérieur (Formation d'Aioun-abd-el-Malek), situées à l'Est de la zone de cisaillement de Sfairiat. Lorsque de telles zones de roches métamorphiques de degré intermédiaire peuvent être mises en évidence, des anomalies de

sédiments, de sol, ou d'échantillons rocheux pour As, W, et (ou) Au lui-même, sont les meilleurs indicateurs pour délimiter des zones favorables aux ressources. Les études géochimiques conduites dans le cadre du Projet PRISM I fournissent des analyses d'échantillons pour As et Au couvrant pratiquement l'ensemble du pays. Au Sud-Est des présences de Conchita-Florence, au sein d'une zone sous-tendue par un gneiss similaire à l'échelle régionale (unité AAgn), et également de façon adjacente aux roches métasédimentaires de degré inférieur (unité BZan1), il existe un certain nombre de sites présentant des échantillons indiquant des valeurs relativement élevées pour As et Au. De plus, les factures majeures de direction générale NNO, recoupant la partie la plus à l'Est du Bouclier, sont probablement particulièrement favorables à la présence de minerais aurifères lorsqu'ils sont présents au sein de domaines métamorphiques de degré inférieur. Les marges de roches magmatiques apparaissant le long de certaines de ces failles, sur la carte à l'échelle 1/500 000ème, doivent être examinées avec attention au niveau de tout affleurements de degré inférieur.

Les données aéromagnétiques ont été utilisées pour délimiter les zones structurales favorables de direction NNO. Les zones de cisaillement peuvent être représentées par des anomalies négatives linéaires au sein des données aéromagnétiques, à la suite d'une destruction de magnétite en raison d'une plus grande altération au sein de ces zones relativement plus perméables (Henkel et Guzman, 1977). Finn (2012) a montré que les granites Paléoprotérozoïques et les granodiorites de la moitié Est du Bouclier de Rgueïbat sont associés avec de larges anomalies magnétiques positives et négatives réduites au pôle (RTP). Les importantes anomalies magnétiques suggèrent des sources homogènes telles que des roches intrusives compétentes. Un motif plus complexe d'anomalies magnétiques positives et négatives de haute fréquence est observé en bordure des larges anomalies positives. Ce motif complexe est interprété comme reflétant une roche fracturée et cisaillée, où la magnétite peut avoir été créée ou détruite par des fluides hydrothermaux et l'altération. Sur une grande échelle, les anomalies négatives linéaires à proximité du motif magnétique complexe peuvent représenter des zones de cisaillement. Ces zones de cisaillement peuvent être cartographies en définissant les zones de haute symétrie de phase au sein des composantes de fréquences locales des données RTP (Holden et al., 2008). Les anomalies négatives linéaires interprétées dans la partie Est du Bouclier de Rgueïbat, avec une zone tampon de 5 km, sont considérées comme étant favorables à la présence de ressources en Or.

L'angle Sud-Ouest éloigné du Bouclier de Rgueïbat, grossièrement à la latitude de 20-21^{o} et à la longitude de 14-16^{o}, est la seule partie Mésoarchéenne du Bouclier présentant des ceintures de greenstones avec des faciès de schistes verts. Les sept ceintures définies (Figure.1 ; Bradley et al., 2012a) tendent vers une direction N-S à l'Ouest (par exemple Chami) et vers une direction NE-SO à l'Est (par exemple Tijirit) de cette zone. Les ceintures de greenstone sont visibles dans la partie Sud des terrains de Tasiast-Tijirit de Schofield et al. (2012). Elles sont entourées par un socle d'environ 3,1-3,0 Ga de gneiss migmatitiques ayant subi un métamorphisme aux environs de 2,97 Ga. Les ceintures de greenstone sont probablement d'un âge identique aux gneiss. Des tonalites et des granodiorites plus jeunes et plus volumineuses, tendant maintenant à former le cœur de structures en dôme, entourent les roches du socle et les ceintures de greenstone (Maurin et al., 1997 ; Key et al., 2008). Elles sont datées d'environ 2,95-2,87 Ga et 2,69-2,65 Ga (Schofield et al., 2012). Les données géophysiques fournies par Finn (2012) définissent l'étendue de ces ceintures sous la couverture dans les 500 m de la surface, qui sont également considérées comme des zones favorables aux ressources minérales.

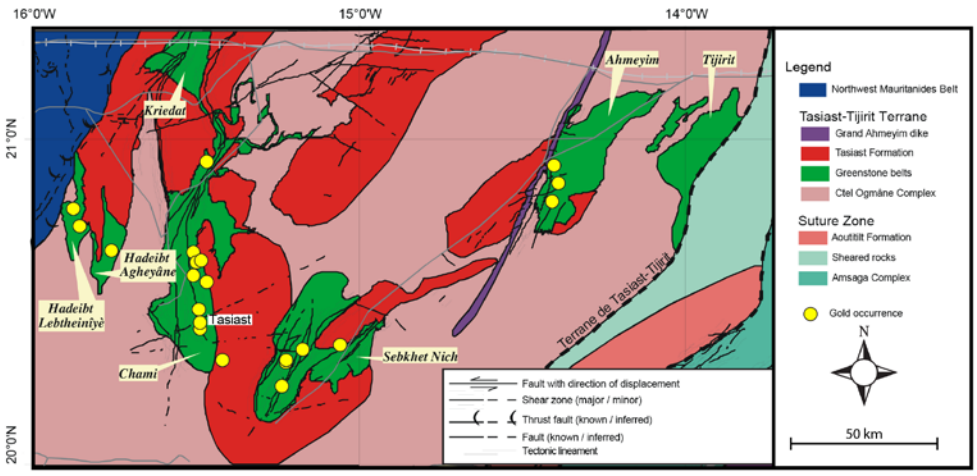

Figure 1. Principales unités lithotectoniques de la région de Tasiast-Tijirit, au sein du Bouclier de Rgueïbat (d'après Pitfield et al., 2004).

Les dépôts d'Or de Tasiast sont situés le long d'un système de cisaillement de 70 x 15 km, et de direction N-S, au sein de la ceinture de greenstone de Chami. Tasiast a été exploité depuis 2008, d'abord par Red Back Mining, et maintenant par Kinross Gold Corp. Kinross (http://www.kinross.com/operations/operation-tasiast-mauritania.aspx) fait état d'une réserve+ressource de niveau mondial, d'au moins 21 Moz d'Au à une teneur de 1,47 g/t. Les mines produisent un peu plus de 200 000 oz d'Or par an. L'information disponible la plus détaillée est contenue dans les rapports de la société rédigés par Henderson (2010), ainsi que ceux de Sedore et Masterman (2012).

Les dépôts de Tasiast se présentent comme des veines litées de quartz-carbonate-albite-pyrrhotite-pyrite, des veinules de quartz-carbonate contenant de l'Or, et de l'Or adjacent disséminé, hébergé au sein de faciès allant de schistes verts supérieurs à des amphibolites de la base, des FFR à magnétite-quartzite, et des roches volcanoclastiques adjacentes. Les ensembles de minerai sont présents au niveau de deux zones parallèles s'étendant sur plus de 10 km dans la direction de la structure (Davis, 2011 ; Sedore et Masterman, 2012). Les ensembles de minerai cassants suivent une série de failles inverses réactivées, incluant les zones de fracture de Tasiast et de Piment. La ceinture de greenstone consiste en des roches ultramafiques inférieures et des écoulements felsiques à intermédiaires, surmontés par des roches volcaniques mafiques et des roches volcanoclastiques, puis en des FFR au sein d'une séquence de roches volcaniques felsiques. Les dépôts de Piment, à l'extrémité Nord de la ceinture, sont hébergées au sein des FFR, des roches volcaniques felsiques, et des roches clastiques associées, tandis que les dépôts de la Branche Ouest, au niveau de l'extrémité Sud de la ceinture, interviennent au sein des roches mafiques (Figure 2 ; Sedore et Masterman, 2012). Des valeurs anormales pour Ag, As, Sb, et W, sont signalées au niveau des dépôts. Les minéraux altérés incluent la biotite, la séricite, et la chlorite (Davis, 2011). L'altération argileuse et la haute salinité des inclusions fluides ont conduit à un débat sur le point de savoir s'il s'agissait d'un dépôt d'Or épithermal. Mais il s'agit presque certainement d'un dépôt d'Or orogénique, semblable à ceux hébergés au sein des minerais hébergés dans les FFR Paléoprotérozoïques du Territoire du Nord, en Australie, et au niveau de Homestake, aux États-Unis. Les datations K-Ar, signalées au niveau de la séricite hydrothermale indiquent 1,85 et 1,50 Ga (Higashihara et al., 2004 ; Marutani et al., 2005), sont inhabituelles, puisque les roches Mésoarchéennes hébergent les dépôts d'Or Mésoarchéens et les roches Paléoprotérozoïques hébergent les dépôts Paléoprotérozoïques. Un linéament aéromagnétique majeur, de direction NO (Finn, 2012), recoupe le

secteur d'Aoueouat, appartenant à la ceinture de greenstone de Chami, au sein de la zone minéralisée de Tasiast, et peut avoir d'importantes implications pour les explorations à venir (voir ci-dessous).

D'autres zones potentielles, à l'intérieur d'une distance de quelques dizaines de kilomètres des dépôts de Tasiast, peuvent comprendre le potentiel de Rusty (se référer à la plaque pour l'emplacement), au Nord-Ouest de Tasiast, là où des veines de quartz aurifères sont identifiées au sein de FFR plissés et de roches volcaniques mafiques. Au niveau du potentiel C23, au Nord de Tasiast, et indiqué comme étant au sein de la ceinture de greenstone de Chami, des veines de quartz comportant de l'Or interviennent le long d'une marge ayant subi un cisaillement au niveau d'un ensemble de granodiorite. Au Sud de Tasiast, au sein de zones essentiellement recouvertes de sable, Drake Resources indique des anomalies pour l'Or au sein des données de forage provenant de la partie Sud de la ceinture de greenstone de Chami. L'anomalie aéromagnétique de Finn (2012), indiquée ci-dessus, recoupe les ceintures de greenstones à l'Est (Sabkhet Nich) et à l'Ouest (Hadeibt Agheyâne et Hadeibt Latheiniye) de la ceinture de greenstones de Chami, et ces localisations sont marquées par quelques-uns des petits potentiels d'Or orogénique. Ces intersections des ceintures de greenstones et du linéament, représentant peut-être une ancienne frontière de marge de craton ou une faille parallèle à la frontière, juste à l'intérieur de l'ancienne marge, sont considérées comme des cibles extrêmement favorables à de nouvelles ressources.

Il est également très important de remarquer qu'un travail plus détaillé au sein de cette partie Sud-Ouest permettra probablement d'identifier d'autres importantes ressources en Or, alors que ne sont présents ni des dépôts d'Or orogénique, classiquement isolés, ni des groupes de dépôts. Des dépôts similaires d'Or orogénique sont certainement présents au sein de la ceinture de greenstone de Sabkhet Nich, à l'Est de Tasiast. Une zone de cisaillement de direction NNE contient des veines de quartz aurifère se prolongeant jusqu'à 200 m le long de la direction de la structure. Les roches locales comprennent du basalte, du gabbro, et des schistes. Les inclusions de fluides à haute salinité signalées sont à nouveau atypiques par rapport aux caractéristiques habituelles des dépôts d'Or orogénique (http://www.omrg.mr/spip.php?article82).

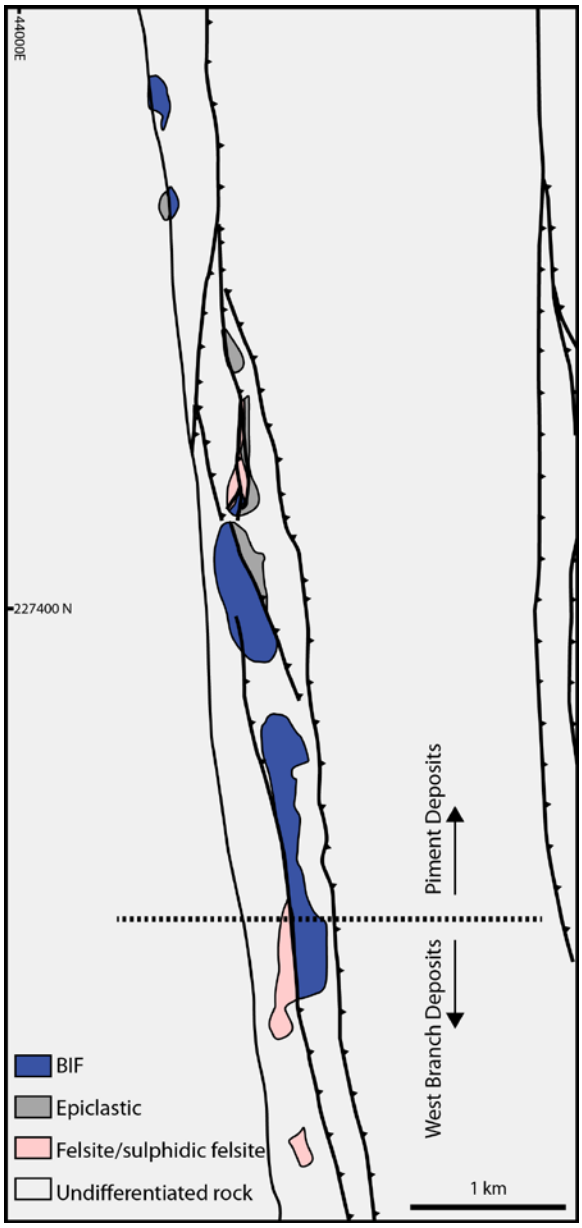

Figure 2. Géologie généralisée à partir de puits des dépôts de la Ceinture de Tasiast, présentant les dépôts de Piment, au Nord, et de la Branche Ouest, au Sud (d'après Davis, 2011)

6.2 – Mauritanides du Nord (région d'Inchiri)

La ceinture des Mauritanides, de direction NO, ou orogène, est la continuation des ceintures appalachiennes Paléozoïques vers l'Ouest de l'Afrique. La partie Nord de la ceinture, parfois connue sous le nom de « section d'Akjoujt » (par exemple dans Villeneuve, 2005), présente une importante inflexion vers l'Ouest au sein de l'orogène, de telle manière qu'elle suit la marge Sud du Bouclier de Rgueïbat. Meyer et al. (2006) suggèrent que les roches de cette région sont d'âge Archéen. Les roches déformées structuralement sont dominées par les amphibolites, les métadolérites, les schistes, et les FFR de carbonate de Fer, riches en magnétite. Ces unités semblent équivalentes de celles trouvées dans de nombreuses ceintures de greenstones Archéennes typiques, et sont différentes de celles trouvées dans toutes les autres

parties de la ceinture des Mauritanides. Les FFR sont particulièrement peu répandues au sein des séquences du Néoprotérozoïque tardif dans les autres parties de l'orogène, et plus généralement dans les roches de cet âge. Toutefois, la cartographie géologique dans la région d'Akjoujt, et les données de zircon détritique, suggèrent que la zone est sous-tendue par un groupe complexe de nappes d'âge Néoprotérozoïque, qui sont en contact vers le Nord avec les gneiss Mésoarchéens du Bouclier (Bradley, 2012). En conséquence, l'âge des roches de la région d'Akjoujt demeure incertain. La plupart de la section met seulement à jour des roches de faciès schistes verts, et des séquences de métamorphisme inversé sont signalées, caractéristiques fréquemment associées avec un terrain favorable aux dépôts d'Or orogénique (par exemple Goldfarb et al., 2005).

La section d'Akjoujt est hautement minéralisée (Figure. 3). Le vaste dépôt de Cu-Au de Guelb Moghrein est situé environ à 25 km au Sud du Bouclier, et, ce qui est important, au sein de ces roches d'âge controversé. Les ensembles de remplacement au niveau de Guelb Moghrein (se référer par exemple à Kolb et al., 2006) contiennent d'importantes teneurs en Or, et quelques pourcent de Cuivre. De plus, les veines de quartz minéralisé, par exemple au niveau de Tabrinkout, un potentiel ancien de l'Ouest, ont été trouvées au cours des forages d'exploration en 1975 et 1992 (Shield Mining, 2008). La minéralisation est classiquement limitée aux unités riches en carbonate au sein des schistes. Au niveau de Tabrinkout, la wolframite a été exploitée dans les années 1960 pour le W, et des valeurs anormales pour Au, Bi, et Cu ont été signalées plus récemment. Les communiqués de presse de la société suggèrent une minéralisation présentant des similitudes avec Guelb Moghrein, situé 30 km à l'Ouest (Shield Mining, 2008).

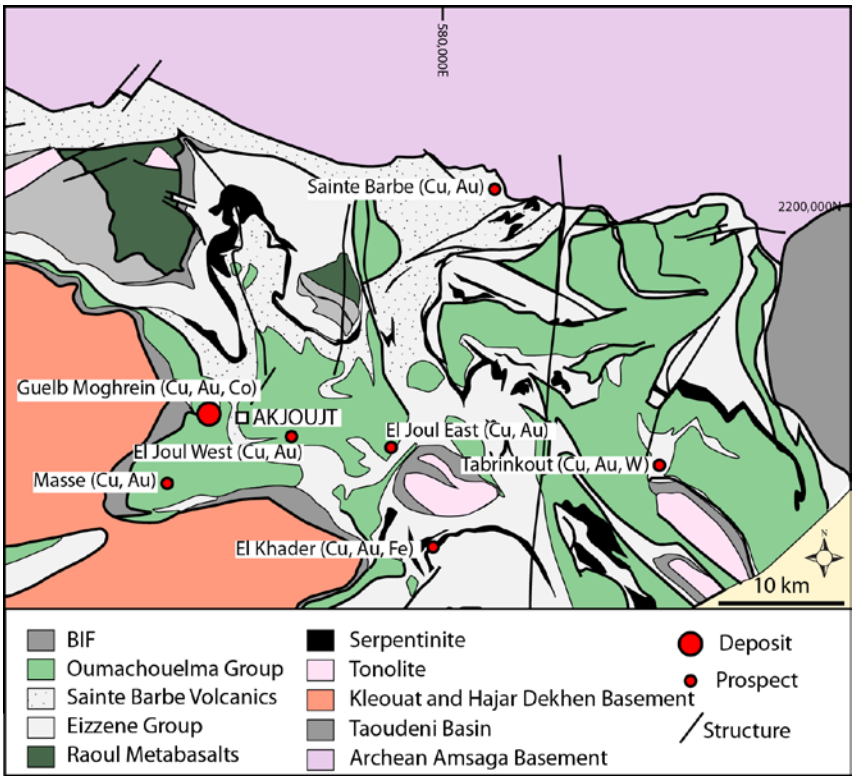

Figure 3. Géologie généralisée de la région d'Akjoujt (d'après Eden et Meyer, 2002)

Une exploitation minière est en cours à Guelb Moghrein, avec une ressource de pratiquement 24 Mt, à une teneur de 1,88 % en Cu et 1,41 g/t en Au. Environ 60 000 oz d'Or ont été produites en 2011 (http://www.first-quantum.com/Our-Business/operating-mines/Guelb-Moghrein/default.aspx). Les ensembles de minerai interviennent le long d'une zone de cisaillement entre les schistes et les roches métavolcaniques mafiques, au sein de deux lentilles de sidérite magnésienne. En plus de l'abondante magnétite alentour, pouvant, ou pouvant ne pas être, liée au minerai, les phases liées à l'Or comprennent chalcopyrite et pyrrhotite, avec dans une moindre mesure de l'arsénopyrite, de la cobaltite, de la cubanite, un graphite mineur, de la molybdénite, ainsi que du bismuth-contenant des tellurides (Kolb et al., 2006). Localement, des zones avec du talc et de la cummingtonite définissent de petites zones d'altération de skarn. Des données de reconnaissance au niveau des inclusions de fluides suggèrent des fluides hydrothermaux de relativement basse température et de haute salinité pour la minéralisation liée à l'Or. Les caractéristiques du dépôt sont décrites de manière plus détaillée dans un rapport du même Projet, rédigé par Fernette (2012).

Il est possible de débattre de savoir si le dépôt de Guelb Moghrein, aussi bien que les potentiels alentour représentent un IOCG, un skarn, ou même un dépôt d'Or orogénique. Bien que de nombreux travaux aient avancé que la signature métallogénique est similaire à des minerais IOCG, le type structural, le contexte métamorphique, et peut-être également la signature métallogénique elle-même, sont plus proches des caractéristiques définissant de nombreux dépôts d'Or orogénique. Les ensembles de sidérite hébergeant du minerai peuvent être assez semblables aux fameuses couches de carbonates « lapa seca » au sein du Quadrilatero Ferrifero brésilien. De grandes ressources en Or, datant de l'Archéen tardif, existent au sein de ces zones d'altération de carbonates massifs, dans une séquence de FFR et de schistes mafiques graphitiques. La géochronologie de Guelb Moghrein est très contradictoire, et comprend une datation K-Ar signalée à 393 Ma sur la muscovite métamorphique, mais aussi une datation K-Ar sur les minéraux de skarn sur un intervalle allant de 829 à 626 Ma, une datation Ar-Ar sur l'amphibolite de 1,7 Ga, et une datation K-Ar sur les métagabbros de 3,6 Ga. De manière encore plus intéressante, une nouvelle datation U-Pb est signalée à 2 492 Ma sur la monazite, et à 1 742 Ma sur le xénotime provenant du dépôt. Celles-ci ont été interprétées respectivement comme des âges minimum de minéralisation et de remobilisation (Marutani et al, 2005 ; Meyer et al., 2006). Néanmoins, comme indiqué plus haut, les données de zircon détritique, y compris provenant de sédiments situés sous des roches volcaniques renfermant le minerai, ne présentent pas d'indication de matériau plus ancien que le Néoprotérozoïque (Bradley et al., 2012). De nombreuses questions demeurent donc concernant l'âge et le type de ce dépôt.

Si la minéralisation du Nord des Mauritanides fait partie du même évènement, à l'origine de la formation d'Or de l'Archéen ou du Paléoprotérozoïque, comme observé au niveau de Tasiast et dans les autres ceintures de greenstones au Nord-Ouest, peut-on alors considérer les Mauritanides du Nord comme une continuation de la bordure Ouest favorable à l'Or du Bouclier de Rgueïbat, et non comme une partie des Mauritanides Néoprotérozoïques ? Mais Guelb Moghrein correspond-il à un type de dépôt différent de ceux des ceintures de greenstones ? Guelb Moghrein pourrait-il faire partie d'une très petite fenêtre de roches plus anciennes, visibles au sein de séries de nappes Néoprotérozoïques ? À l'opposé, Guelb Moghrein pourrait-il représenter un dépôt IOCG étonnamment récent, ou quelque autre type de dépôt d'Or associé avec la déformation Pan Africaine ou Appalachienne ? L'ensemble de ces questions resteront des sujets essentiels à examiner au cours des travaux à venir.

6.3 – Mauritanides du Sud

Au moins 15 à 20 petits potentiels d'Or et d'Argent (comprenant Chiron, Kadiar, le potentiel d'Or 337, Indice 78, Oudelemguil, M'Bout, Ndieo, et Diaguili ; Figure 4 ;

http://www.alectominerals.com/index.php/news/131-alecto-minerals-plc-alecto-or-the-company-drill-programme-finalised-for-wad-amour-gold-project-in-mauritania; Eden et Meyer, 2002) s'étendent le long de l'orogène des Mauritanides, depuis environ la latitude 17o, au Sud de la rivière Sénégal. Les roches hôtes dans les Mauritanides du Sud, ou la section Mejoria-Kidira de Villeneuve (2005), sont de façon prédominante Néoprotérozoïque à travers des unités métasédimentaires et métavolcaniques Cambriennes, ayant subi une accrétion vers, puis ayant été charriées sur la marge continentale Gondwanienne au cours du tectonisme Pan-Africain du Paléozoïque précoce de l'Afrique de l'Ouest. La collision avec le craton Nord-Américain pendant la période Hercynienne (autour de 330-270 Ma) a réactivé de nombreuses structures de cette orogénèse de collision plus précoce, et a formé la ceinture Mauritanienne Appalachienne, s'étant par la suite divisée lors du rift triasique. À la fois les évènements Panafricains et Hercyniens sont identifiés au niveau mondial pour leur rôle dans la formation d'importants dépôts d'Or orogénique. Les dépôts d'Or orogénique au sein des roches métamorphiques de ces deux époques des Mauritanides du Sud sont donc favorables. Toutefois, on peut noter que la partie de la ceinture ayant subi un rift, comprenant maintenant le Sud-Est des États-Unis, a seulement permis une petite production d'Or. La raison de cette observation n'est pas très claire, mais peut refléter des phénomènes tectoniques de type obduction, conduisant à des conditions de faibles températures, et de pressions modérées, qui ne sont pas favorables à la formation du minerai d'Or. Les âges de l'Or dans la partie Appalachienne de la ceinture, beaucoup mieux étudiée, correspondent au Paléozoïque tardif pour les petits dépôts d'Or orogénique d'Alabama, de Géorgie, ainsi que de Caroline du Sud et du Nord.

La compréhension actuelle des potentiels d'Or-Cuivre des Mauritanides du Sud est assez faible. Ceux-ci ont été définis comme des dépôts de type oxyde de Fer Cuivre-Or (IOCG) par les techniciens allemands, comme des types de dépôts épithermaux ou mésothermaux (orogéniques) par les techniciens japonais (Gunn et al., 2004 ; Pitfield et al., 2004). Ces derniers font également état d'une datation K-Ar de 513±13 Ma au niveau de la séricite hydrothermale provenant du potentiel de Cuivre d'Oudeilemguil, suggérant un évènement minéralisant Panafricain tardif. Des descriptions des potentiels indiquent qu'ils représentent une vaste zone caractérisée par de petites veines de quartz et des chapeaux de fer associés contenant de l'Or, de la pyrite, différents sulfures porteurs de Cuivre, ainsi que des phases minérales d'oxydes. L'essentiel des teneurs en Or et en Argent signalées sont très faibles. Quelques études de reconnaissance au niveau des inclusions de fluides, effectuées par les techniciens japonais sur quelques potentiels, n'ont pas permis de formuler de conclusion permettant de mieux comprendre le type de dépôt d'Or.

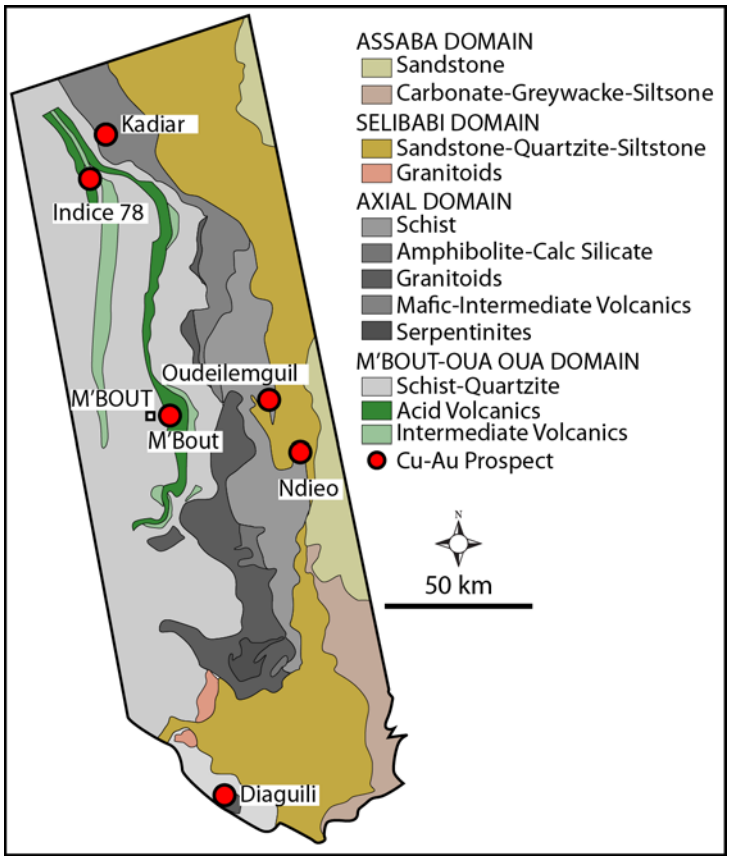

Figure 4. Géologie généralisée, et localisation des présences de Cu-Au dans le Sud des Mauritanides (d'après Eden et Meyer, 2002)

Le contexte tectonique est inhabituel pour des dépôts. La présence dans la zone de brèches d'hématite et de carbonates étendus, un Cuivre dominant, et l'identification d'éléments de terres rares, ainsi que de Fer, sont identiques à de nombreuses caractéristiques observées au niveau du dépôt de Guelb Moghrein. Toutefois, le contexte tectonique et un âge potentiellement différent rend improbable le fait que cette zone présente les même types de dépôts portant de l'Or. L'association des potentiels avec des roches métamorphiques ayant subi une accrétion, comprenant des ensembles ultramafiques, probablement localisés le long des terrains en frontière, est extrêmement cohérent avec un modèle d'Or orogénique. Toutefois, l'Or ne semble pas présenter de valeurs hautement anormales au sein de ces zones de potentiel. Les données existantes géologiques et géochimiques provenant de cette section des Mauritanides pourraient être utiles pour prédire les zones de plus haut potentiel d'Or, en bordure de l'orogène, sur sa longueur, mais un travail complémentaire sur les potentiels est encore nécessaire avant que des ressources en Or puissent être évaluées avec confiance, sur la base de la reconnaissance d'une forme de modèle. Il peut être particulièrement essentiel d'examiner d'anciens problèmes de compréhension de la métallogénie de l'Or du Sud des Appalaches, où les dépôts de sulfures massifs volcanogéniques riches en Or, du Paléozoïque précoce, ont parfois été à tort classés comme dépôts d'Or orogénique épigénique. Les deux types de dépôts peuvent aussi être présents au sein des Mauritanides.

6.4 – Bassin de Taoudéni

Il n'existe que peu d'information géologique disponible concernant le côté Sud-Est du Bassin de Taoudéni, le long de la frontière Mauritanie-Mali. Dans la région du village de Néma, il existe trois potentiels d'Or signalés, sans que nous possédions plus d'information que leur seule localisation. Les potentiels semblent se trouver au sein d'une région de volcanisme Mésozoïque, qui représente la partie du pays la moins favorable aux ressources en Or au sein de dépôts de type épithermal.

La zone entre le Bouclier de Rgueïbat et le côté Nord du Bassin de Taoudéni est sous-tendu par des unités sédimentaires de plateforme, allant du Néoprotérozoïque au Paléozoïque précoce, comprenant apparemment des quantités significatives de roches carbonatées. Aucune présence d'Or n'est signalée en provenance de cette séquence de roches sédimentaires de marge continentale de direction E à NE. Néanmoins, si des anomalies du Mercure, de l'Antimoine, ou de l'Or étaient trouvées au sein des sédiments de cours d'eau, la zone pourrait être favorable aux dépôts de type Carlin. Toutefois, un contexte favorable à ces dépôts est improbable, puisque nous sommes en présence de roches carbonatées d'eau profonde, ce qui n'est pas le cas des roches hébergeant de manière classique les minerais d'Or de type Carlin. Il faut enfin signaler une autre ceinture de roches volcaniques Mésozoïques, présentes en dessous des roches sédimentaires les plus anciennes, avec une direction Est des structures à l'entrée de l'Algérie, devant également être étudiée en détail pour son potentiel en Or épithermal.

7 – Zones potentielles de minéralisation pouvant correspondre à des ressources en Or

L'évaluation préliminaire des données pour l'Or, telle que décrite ci-dessus, peut être utilisée pour établir de larges zones de premier niveau, définissant des zones favorables et défavorables aux ressources en Or. Des cartes métamorphiques, géochimiques, et structurales détaillées seront à l'avenir nécessaires à une définition plus précise des zones. Nous décrivons ci-dessous les zones de premier niveau correspondant aux quatre régions favorables de la Mauritanie.

7.1 – Zone d'Or 1—Bouclier de Rgueïbat

La plupart des zones de la partie Sud-Ouest du Bouclier, qui est sous-tendu par des gneiss et des granites Mésoarchéens, sont considérées comme défavorables à la présence de ressources en Or, car elles comprennent généralement des roches issues de profondeurs trop grandes pour des minerais d'Or Précambrien. De même, certaines zones de roches de couverture Phanérozoïque sont éliminées. L'ensemble des unités de roches à faible teneur des ceintures de greenstone au sein du socle de granite-gneiss sont en revanche délimitées comme favorables aux ressources de dépôts d'Or orogénique. Des parties enfouies des ceintures, jusqu'à une profondeur de 500 m sont également favorables. Les unités intéressantes sont des roches magmatiques mafiques à ultramafiques, d'autres roches volcaniques, et des roches métasédimentaires (Tableau 2). Des halos de cinq kilomètres de large, entourant des failles > 200 km de longueur, et de direction Nord-Est, sont considérés comme très favorables, de même que les zones d'intersection entre les linéaments géophysiques régionaux et les ceintures de greenstone.

Des zones au sein de la partie Nord-Est du Bouclier, sous-tendues par des roches à haute teneur Paléoprotérozoïque et des roches Phanérozoïques ou de couverture, ne sont pas favorables, tandis que d'autres zones de roches Paléoprotérozoïques sont définies comme favorables à la présence de ressources en Or au sein de dépôts d'Or orogénique. Les zones, pour lesquelles la carte aéromagnétique du signal

analytique réduit au pôle présente de fortes caractéristiques linéaires, sont incluses dans les zones favorables en raison du fait qu'elles représentent très probablement des FFR et des roches ultramafiques magnétiques, telles que des serpentinites. Les halos de cinq kilomètres de large à grande échelle, entourant des anomalies magnétiques négatives, présentes sur les bords de granites Paléoprotérozoïques relativement compétents, sont considérés comme favorables. Les anomalies négatives peuvent représenter une destruction de magnétite associée à des évènements de cisaillement. Une attention particulière devrait être apportée à des structures déviant localement de la direction structurale principale. Des halos de cinq kilomètres de large, entourant des failles > 200 km de longueur, ainsi que des zones de FFR, sont mises en valeur comme très favorables (voir Tableau 3 pour les unités cartographiques des unités géologiques favorables et défavorables).

7.2 – Zone d'Or 2—Mauritanides du Nord

L'ensemble des affleurements et des zones faiblement enfouies d'amphibolite, de métadolérite, de schiste, et de FFR de carbonates de Fer, riches en magnétite, sont favorables aux dépôts d'Or orogénique, mais de vastes zones d'ensembles magmatiques doivent être définies comme n'étant pas favorables. Les halos de cinq kilomètres de large, entourant des failles > 200 km de longueur, et les zones de FFR doivent être soulignées comme des sites très favorables au sein de la zone n°2 (Tableau 3).

7.3 – Zone d'Or 3—Mauritanides du Sud

L'ensemble des affleurements Néoprotérozoïques Cambriens de roches métamorphiques est favorable aux dépôts d'Or orogénique. Les halos de cinq kilomètres de large, entourant des failles > 200 km de longueur, et les zones d'ensembles ultramafiques, ainsi que les zones de FFR doivent être marquées comme très favorables au sein de la zone n°3 (Tableau 3).

Table 2. Géologie permissive pour les voies 1.

Table 2. Permissive geology for tract 1

NOTATION	Lithology
AEgb	Gabbro, gabbro hypersthene, leucogabbro, quartz diorite, ultrabasite
AgF	Meta-basalt (lava and breccia), meta-chlorite schist and chlorite-sericite schist basic
Ags	meta-gabbro layered (cumulate pyroxene amphibolitisés)
AMam	Meta-mafic rock, amphibolite
AMcp	Meta-carbonate rock (cipolin)
AMfe	Banded iron formation (BIF)
AMs	Quartz schist
Ase	Serpentinite
BMh	Biotite alkali granite M'Chara
BMn	Sodium amphibole granite Negal
BZam1	Pyroclastite, shale tuffacé rhyolitic
BZam2	Sandstone, conglomeratic arkose
BZam3	Level benchmark conglomerate
BZan	Siltstone, arenite, calcareous sandstone
BZan(1)	With contact metamorphism
BZan(2)	Shale meta-tuff
Ie	Ferruginous quartzite
GLam	Amphibolite
GLar	Meta-arkose conglomerate
GLsc	Mica biotite + / - andalusite, sillimanite, cordierite, staurolite
GLse	Undifferentiated metasediments: aluminous gneiss, quartzite, gneiss calcium
Uem	Ferruginous quartzite, quartzite, micaceous sandstone and schist
BMcg	Conglomerate
BMgs	Sandstone, arkose, cinerites, lahars
BMqz	Locally conglomeratic quartzite
BMrh	Rhyolite, rhyolitic ignimbrite
KHan	Meta-andesite porphyry
KHap	Grained amphibolite
KHar	Meta-conglomerate, meta-arkose
KHep	Graded Epiclastites, rhyolitic tuffaceous shale, quartzite
KHhy	Meta-hyaloclastite
KHpx	meta-pyroxenite, gabbro meta-+ / - quartzite
KHqz	Quartzite, quartzite manganese
LhAb	meta-basalts
LhAf1	Banded iron formation (BIF)
LhAf2	Banded iron formation (BIF) demagnetized
LhAq	Quartzite, locally ferruginous / mylonitic
LhAs	Metasediments and meta-volcanics, undifferentiated
LhAu	Actinolite schist
LhAv	meta-volcanic felsic to intermediate
LhB	meta-volcanics Basic / amphibolite
LhBh	meta-basalts
LhBp	Phyllite and sericite schist
LhIs	Quartz-muscovite schist + / chlorite, quartzites and meta-felsic volcanics, intermediate
LhSb	meta-basalts; partially amphibolitisés
LhSd	Plagioclase-rich amphibolite (meta-diorite / meta-andesite)
LhSf	Banded iron formation (BIF)
LhSq	Quartzite
LhSs	Actinolite schist
LhTa	meta-volcanics Basic / meta-basalts amphibolitisés
LhTh	meta-basalts; partially amphibolitisés
LhTd	meta-andesite
LhTs	Actinolite schist
Lhu	Ultramafic rocks
Lhvf	meta-felsic volcanics; breccia crater
LG	Volcanite acid tuff, granophyre, microgranite, microgabbro, basalt
MAab	Calcium gneiss, amphibolite, quartzite + / - pyroxene + / - garnet
MAam	Amphibolite, garnet amphibolite
OdMg1	Microgabbro
OdMg2	Gabbro-microgabbro synvolcanic
PrSy	Ferruginous quartzite conglomerate and quartzite
RAab	Amphibolite, locally coarse-grained (metagabbro), meta-pyroxenite
RAam	Amphibolite, garnet amphibolite
RAgn	Migmatitic paragneiss in garnet, pudgy levels of calcium garnet gneiss
RAqz	Quartzite magnetite, dolomite marble
SAa	meta-volcanic basic, (amphibolite and schist)
SAfm	Banded iron formation (BIF) magnetite
SAfp	Banded iron formation (BIF) magnetite - pyrrhotite
SAgn	meta-volcanics with basic leucogneiss muscovite
SAqz	Micaceous quartzite and shale
SAv	meta-felsic volcanics, feldspar porphyry
TAff	Grained syenite Hassi el Fogra
TAfg	Coarse-grained syenite Hassi el Fogra
TAga	Aegirine granite
TAh	Augite syenite aegyrinique Gara el Hamoueid
TAph	Phonolite Bir Lefjah
TAts	Nepheline syenite (granite Tabatanate)
TGdi	Diorite to biotite + amphibole
TRch	Quartz-mica schist, quartzite, biotite gneiss, migmatitic gneiss, granite, amphibolite, calcium silicate rocks (cipolin), ferruginous quartzite and BIF (ATRF or distinguished)
TRle	Leptynite, hypersthene gneiss, gneiss binzigitique, migmatitic gneiss
TRmf	BIF and ferruginous quartzite
TRmi	Granite, migmatitic gneiss, amphibolite to pyroxene, quartzite, quartzite and magnetite BIF (ATRF or distinguished) binzigitique gneiss, granite and monzonite charnockitic hypersthene, monzonite
TSlc	Leucogranite
TTam	Leptynite amphibolite and garnet associated meta-gabbro, meta-dunite, granulite corundum + rutile
TTdu	meta-serpentinized dunite
TTga	meta-gabbro garnet meta-gabbro two pyroxenes (enderbite), garnet anorthosite
TTle	Leptynite garnet, meta-gabbro two pyroxenes (enderbite)

Table 3. Permissive geology for tract 2 and 3

NOTATION	Lithology
AgA	Basaltic volcanics and meta-metagabbro intrusions synvolcanic amphibolitisé with units psammitic epidotic
Agg	Meta-basic intrusive complex, mainly meta-gabbro and meta-microgabbro amphibolitisé, hornblendite (after pyroxenite) chloritite, pegmatitic gabbro, meta-ultramafic, undifferentiated inclusions of meta-meta-chert and basalt
AgT	Micaceous quartzite and quartzite, locally mylonitized, schist and quartz-muscovite + /-andalusite, quartz-sericite schist + /-chlorite, psammitic epidotic and granitic gneiss
AgTq	Micaceous quartzite and quartzite, locally mylonitized, interbedded with quartz-muscovite schist + /-andalusite schist and psammitic epidotic
AnFr	Sandstone-quartzite aspect muruloide or lity
AY	Gabbronorite stratified leucogabbro and gabbrodiorite amphibolitized
br	Mégablocs chaotic sandstone
Dj	Undifferentiated group Djonaba
DjA	Schistose quartzite and conglomerate, séricitoschistes microconglomeratic
DjC	Sericite quartzite, sandstone séricitoschistes
DjD	Fine sandstones, siltstones and phosphatic micaceous silty mudstones
DjM	Séricitoschistes sandstone and microconglomeratic polygenic sandstones, quartzites and siltstones hematite
DjN	Séricitoschistes, quartzites, conglomerates and conglomeratic
DjQ	Séricitoschistes, sericite quartzites and dolomites
Eh	Shale basic meta-chlorite, sericite and ferruginous quartzite, calcareous schist and BIF (facies carbonate)
Fr	El Fadra undifferentiated group
FrB	Pelitic schist and semipélitique units with more sandy
FrK	Pelitic schist and phyllite, locally with chlorite and / or actinolite
Ga	Mixture of ultramafic rocks, talc schist, chlorite and pelitic
GA	meta-gabbro, anorthosite, serpentine, hornblende gneiss + /-biotite pegmatite
Gaam	Banded amphibolite, garnet amphibolite, meta-gabbro
Gams	Mica biotite + muscovite
GaQ	Banded iron formation (BIF) / ferruginous quartzite / jaspilites ferruginous
GaSp	Body mass serpentinites and ultramafic rocks or distinguished
GDg	Gabbro-tonalite-granodiorite, partly epidotized
GrE	Andesitic volcanics and meta-meta-basalt chlorite; pelitic schists and quartz arenites
GrBf	Schists and felsic meta-volcanic rhyolite to dacite (tuffs and breccias)
GrM	Pelitic schist / semipélitique sericite-chlorite-quartz-hematite
GrO	Quartzarénites fine grained micaceous quartzite and-mears
Gu	Undifferentiated group Guemeïba
GuA	Meta-volcanic basic, chlorite + /-sericite locally calcareous limestone with meta-calc-quartzites, pelitic schists and ultramafic rocks
GuAj	Banded iron formation (BIF) BIF / jaspilite ferruginous
GuE	Meta-volcanic basic, chlorite, chlorite-séricito locally calcareous limestone units with meta-felsic and pelitic schists and ferruginous quartzite
HDa	Amphibolite and meta-sedimentary rocks interbedded
HDcp	Meta-carbonate rocks, rocks and calcium silicates psammites
HDM	Supracrustal metamorphic quartzite gneiss, mica gneiss and quartz-garnet-cordierite nétrométamorphosé orthogneiss interlayered with gneiss and leucogranite-medium grained, undifferentiated
HDv	meta-felsic volcanics
HrS	Pelitic schist and phyllite, chlorite locally; quartzite units
HrT	Pelitic schist
HrTq	Quartz arenite-medium grained
IbB	Quartzite, conglomerate and subordinate sericite schist
IbD	Banded iron formation (BIF) in past quartzite, limestone and meta-microgabbro
IbE	Chlorite-sericite schist in past quartzite, limestone and calc chlorite schist
IbF	Meta-basalt, calc-chlorite schist and meta-tuffs chlorite
IbM	Calc chlorite schist, sericite schist and banded iron formation (BIF)
IbT	Quartzite, sericitic quartzite, conglomerate, banded iron formation (BIF) and quartz sericite schist
Jbg	Sandstone-quartzite fine to coarse
JbN	Glacial deposits tillitiques
Jbt	Clayey sandstone microconglomeratic khaki to pebbles and boulders of sandstone and granite
Jbt1	Clayey sandstone microconglomératique green khaki pebbles and boulders of sandstone and granite (lower tillite)
Jbt2	Clayey sandstone microconglomératique red, rare pebbles and boulders of sandstone and granite (upper tillite)
MsB	Pelitic schist and chlorite schist basic meta-
MsBc	Meta-tuff and breccia meta-volcanic
MsDj	Silty clay shale chlorite and / or sericite, séricitoschistes, meta-rhyolite, dacite meta-
MsM	Last conglomeratic
MsO	Phyllites and schists sericite-quartz-feldspar (meta-felsic volcanics)
MsOc	Chlorite quartz, variably epidotized (meta-andesite)
OcAf	Banded iron formation (BIF) quartz-magnetite-carbonate
Ocla	Argillite, meta-siltstone, slate, phyllite and meta-pelitic schist and graywacke
Ocht	Sandstone-quartzite and psammitic schist muscovite-quartz schist, rare BIF
OcI	basaltic volcanics and meta-microgabbros locally carbonatisé
OcIf	Banded iron formation (BIF)
OcL	Banded iron formation (BIF) in oxide and carbonate facies; pyritic chert (sulphide facies)
OcSf	Banded iron formation (BIF)
ODg	Granulites undifferentiated gneisses and locally charnockitic and leucocratic, partly mylonitic
ODt	Basalt and olivine gabbro
Pgm	Gabbro and microgabbro
Ppgm	Pegmatite quartz-muscovite + /-tourmaline
Pse	Serpentinite and associated rocks
SDam	Garnet amphibolite
TaB	Chert and argillite rolled (chert)
TaD	siltstones and argillites past green chlorite schists (platelet) quartzites and limestones séricitoschistes or phosphates
TaK	Meta-argillite, meta-siltstone with tuffaceous acid levels
TaK(1)	Coarse greywackes
TaK(2)	Alternating siltstone grauwackeux and meta-argillite
TaO	Dolomite limestone barite
TaOy	Argillite violet or green tuffaceous beds clear purpose
TaDy (1)	Alternating fine sandstone grauwackeux patina chamois and dark argillites
TaDy(1)	Alternating siltstone grauwackeux patina chamois and dark argillite
Taf	Feldspathic sandstone, siltstone, mudstone, locally siliceous and calcareous silty
TF	Eclogite and amphibolite

7.4 – Zone d'Or 2—Bassin de Taoudéni

Les zones de volcanisme Mésozoïque entourant le Bassin doivent être définies comme favorables aux dépôts d'Or épithermaux. Celles-ci doivent comprendre l'ensemble des zones sous-tendues par des unités de roches Mgg, de même que MCG, Md, et Mg.

8 – Conclusions

1. Deux dépôts d'Or majeurs sont actuellement exploités en Mauritanie. Une formation de Fer et un dépôt d'Or orogénique hébergé dans des roches métavolcaniques au sein du Bouclier Paléoprotérozoïque de Rgueïbat (Tasiast), ainsi qu'un dépôt supposé être un dépôt d'oxyde de Fer Cuivre-Or (IOCG) dans les roches supracrustales Néoprotérozoïques ou une fenêtre de roches Archéennes des Mauritanides du Nord (Guelb Moghrein), contiennent des ressources en Or significatives. De nombreux potentiels d'Or plus petits, avec des données géologiques et de ressources limitées, sont dispersés à travers l'ensemble du pays.
2. Trois vastes zones favorables aux ressources d'Or au sein de dépôts d'Or orogénique peuvent être définies. La zone 1 est composée des ceintures de greenstone au sein des terrains de granite-gneiss du Bouclier de Rgueïbat. Les zones 2 et 3 sont définies respectivement par de l'amphibolite, de la métadolérite, du schiste, et des formations de Fer de carbonate de Fer et de Fer riche en magnétite des Mauritanides du Nord et des roches métamorphiques Néoprotérozoïques à Cambriennes du Sud des Mauritanides. Les affleurements de formation de Fer (roches hôtes chimiquement favorables) ou les roches ultramafiques (classiquement le long des zones structurales favorables) définissent des emplacements hautement favorables à de tels dépôts au sein des zones.
3. La zone 4 définit les roches magmatiques Mesozoïques entourant le Bassin de Taoudéni. Ces roches sont des roches hôtes favorable aux dépôts de veines d'Or épithermales.
4. Des unités de carbonate dans la séquence de plateforme sur le côté Nord du Bassin de Taoudéni sont considérées comme favorables pour des ressources d'Or liées à des dépôts de type Carlin. Toutefois, puisque ces carbonates ont été formés dans des conditions d'eau profonde défavorables, la probabilité de la présence de tels minerais est faible, et de ce fait aucune zone favorable n'a été délimitée.

9 – Références

Cline, J.S., Hofstra, A.H., Muntean, J.L., Tosdal, R.M., et Hickey, K.A., 2005, *Carlin-type gold deposits in Nevada—Critical geological characteristics and viable models*: Economic Geology—One Hundredth Anniversary Volume, Hedenquist, J.W., Thompson, J.F.H., Goldfarb, R.J., et Richards, J.P., éditeurs, p. 451-484.

Bradley et al., 2012a *Geologic Map*

Bradley, D.C., Cosca, M., O'Sullivan, P., Taylor, C., Motts, H., Jones, J., Bradley, D., 2012b, *New U-Pb and 40Ar/39Ar geochronological data from Mauritania and implications for regional geology and tectonics*.

Davies, B., 2011, *West Branch & the Tasiast Gold System*: unpublished technical report prepared for Kinross Gold., effective date February 2011

Davis, G., 2011, *Geology and discovery history of the Tasiast gold deposit, Mauritania* [synthèses]: Mineral Exploration 2011 Roundup, British Columbia Chamber of Mines, Abstract Volume, p. 77-79.

Eden K., et Meyer, F.M., 2002, *Copper-gold potential mapping in Mauritania*: African Mining, v. 7, p. 18-20, 23, 25.

Fernette, Greg, 2012, *Phase V: Iron Oxide Copper-Gold Deposits*: Second Project de Renforcement Institionnel du Secteur Minier de la République de Mauritanie (PRISM II), U.S. Geological Survey Open-file Report, à paraître, 28 p.

Finn, C., 2012, *Synthesis of Geophysical Data for Mauritania*, Phase 5, Livrable 55, U. S. Geological Survey Administrative Report, 45 p.

Goldfarb, R.J., Baker, T., Dube, B., Groves, D.I., Hart, C.J.R., et Gosselin, P., 2005,

Distribution, character, and genesis of gold deposits in metamorphic terranes: Economic Geology—One Hundredth Anniversary Volume, Hedenquist, J.W., Thompson, J.F.H., Goldfarb, R.J., et Richards, J.P., éditeurs, p. 407-450.

Gunn, A.G., Pitfield, P.E.J., McKervey, J.A., Key, R.M., Waters, C.N., et Barnes, R.P., 2004, *Notice explicative des cartes géologiques et gîtologiques à 1/200 000 et 1/500 000 du Sud de la Mauritanie. Volume 2 – Potentiel Minier*. DMG, Ministère des Mines et de l'Industrie, Nouakchott.

Henkel, H. et Guzman, M., 1977, *Magnetic features of fracture zones*: Geoexploration, v. 15, p. 173-181.

Henderson, R.D., 2010, *Tasiast project, Mauritania*: NI 43-101 Technical Report, Kinross Gold Corp., 127 pp.

Higashihara, M., Marutani, M., Bellal, A.O., Dioumassi, B., Ousmane, D., et Emenetoullah, L., 2004, *Plate-tectonic and metallogenic evolutions of western Reguibat shield: proposition of a hypothesis*. Prog. Abstr. Internat. Geol. Correlation Prog. Conf. (UNESCO/IUGS) 485, Nouakchott, 5-13 Dec., 2004, p. 10-13.

Holden, E., Dentith, M., Kovesi, P., 2008, *Towards the automated analysis of regional aeromagnetic data to identify regions prospective for gold deposits*: Computers and Geosciences, v. 34, p. 1505-1513.

Key, R.M., Loughlin, S.C., Gillespie, M., Del Rio, M., Horstwood, M.S.A., Crowley, Q.G., Darbyshire, D.P.F., Pitfield, P.E.J., et Henney, P.J., 2008, *Two Mesoarchean terranes in the Reguibat shield of NW Mauritania*: Geological Society of London Special Pub. 297, p. 33-52.

Kolb, J., Sakellaris, G.A., Meyer, F.M., 2006, *Controls on hydrothermal Fe oxide-Cu-Au-Co mineralization at the Guelb Moghrein deposit, Akjoujt area, Mauritania*: Mineralium Deposita, v. 41, p. 68-81.

Maurin, G., Bronner, G., Le Goff, E., et Chardon, D., 1997, *Notice explicative de la carte géologique au 1/200 000 de la feuille Chami (Mauritanie) – Prospection aurifère dans le Tasiast–Tijirit*. Rapport, BRGM, 2459.

Marutani, M., Higashihara, M., Watanabe,Y., Murakami,H., Kojima G., et Dioumassi, B., 2005, *Metallic ore deposits in the Islamic Republic of Mauritania*, 資源地質 (Resource Geology), v.55, p. 59-70.

Meyer, F.M., Kolb, J., Sakellaris, G.A., et Gerdes, A., 2006, *New ages from the Mauritanides belt: recognition of Archean IOCG mineralization at Guelb Moghrein, Mauritania*: Terra Nova, v. 18. P. 345-352.

Marot, A., Stein, G., Artingnan, D., Milesi, J.-P., 2003. *Notice explicative des cartes géologiques et gîtologiques à 1/200 000 et 1/500 000 du Nord de la Mauritanie. Volume 2 – Potentiel Minier*. DMG, Ministère des Mines et de l'Industrie, Nouakchott.

Pitfield, P.E.J, Key, R.M., Waters, C.N., Hawkins, M.P.H., Schofield,

D.I., Loughlin, S. et Barnes, R.P. 2004. *Notice explicative des cartes géologiques et gîtologiques à 1/200 000 et 1/500 000 du Sud de la Mauritanie. Volume 1 – géologie*. DMG, Ministère des Mines et de l'Industrie, Nouakchot

Schofield, D.I., et Gillespie, M.R., 2007, *A tectonic interpretation of "Eburnean terrane" ouliers in the Reguibat Shield, Mauritania*: Journal of African Earth Sciences, v. 49, p. 179-186.

Schofield, D.J., Horstwood, M.S.A., Pitfield, P.E.J., Gillespie, M., Darbyshire, F., O'Conner, E.A., et Abdouloye, T.B., 2012, *U-Pb dating and Sm-Nd isotopic analysis of granitic rocks from the Tiris Complex: new constraints in key events in the evolution of the Reguibat Shield, Mauritania*: Precambrian Research, v. 204, p. 1-11.

Sedore, M. et Masterman, G., 2012, *Tasiast Mine Mauritania*: Kinross Gold Corporation, Unpublished 43-101F1 Technical Report, 162 p.

Shield Mining, 2008, *Annual Report*.

(*http://financialresults.co.za/shield_ar2008/explo_report_02.htm*)

Simmons, S.F., White, N.C., et John, D.A., 2005, *Geological characteristics of epithermal precious and base metal deposits*: Economic Geology—One Hundredth Anniversary Volume, Hedenquist, J.W., Thompson, J.F.H., Goldfarb, R.J., et Richards, J.P., éditeurs, p. 485-522.

Villeneuve, M., 2005, *Paleozoic basins in West Africa and the Mauritanide thrust belt*: Journal of African Earth Sciences, v.43, p.166-195.